

**Adjusting device for wheel angle and wheel suspension for motor vehicles is located between MacPherson strut unit and vehicle body part for moveable bearing of strut unit connection point on body part**

**Publication number:** DE19942890

**Publication date:** 2001-03-15

**Inventor:** PETERHAENSEL STEFAN (DE)

**Applicant:** VOLKSWAGEN AG (DE)

**Classification:**

**- International:** *B60G3/26; B60G15/06; B62D17/00; B60G3/18; B60G15/00; B62D17/00; (IPC1-7): B62D17/00; B60G3/26*

**- european:** B60G3/26; B60G15/06F1; B62D17/00

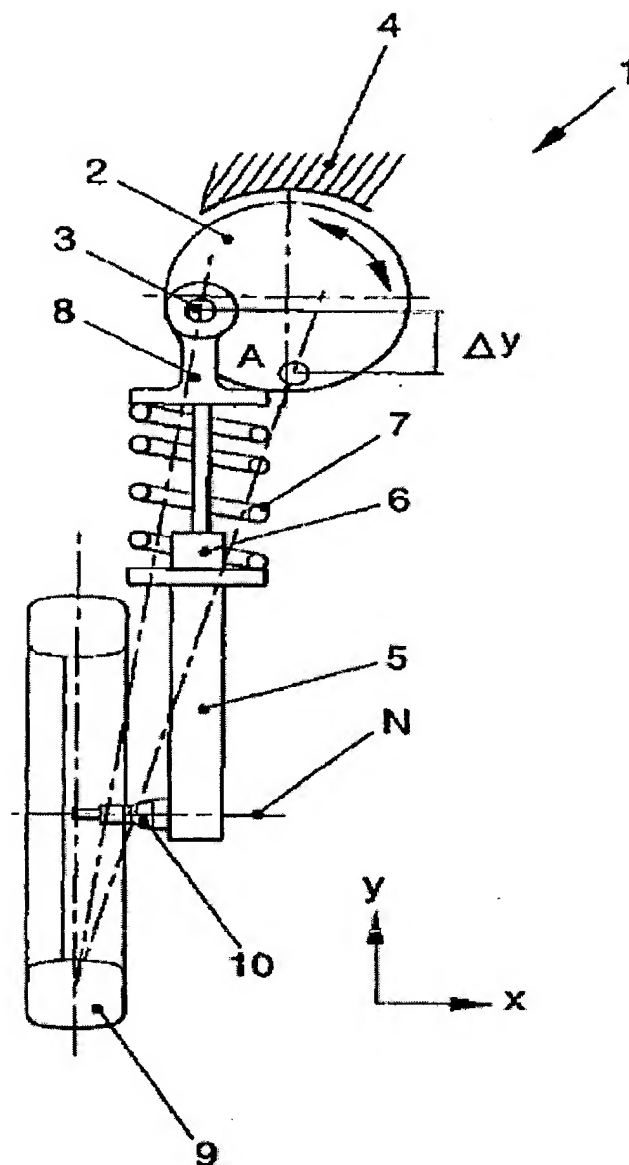
**Application number:** DE19991042890 19990908

**Priority number(s):** DE19991042890 19990908

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE19942890**

The device (1) is part of a wheel suspension with MacPherson strut (5), and the wheel angle is dependent upon the rake angle of the strut unit. It is formed to be positioned between the strut unit and a body part (4), and for moveable bearing of the body-sided connection point (A) of the strut unit on the body part. The device is moved during travel to vary the effective length (l) and rake angle of the strut unit. The movement incorporates a directional component (y) in vertical vehicle direction, or a component (x) at right angles to a longitudinal vehicle direction, and a component (y) in vertical vehicle direction.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 42 890 A 1

51 Int. Cl. 7:  
B 62 D 17/00  
B 60 G 3/26

21 Aktenzeichen: 199 42 890.5  
22 Anmeldetag: 8. 9. 1999  
43 Offenlegungstag: 15. 3. 2001

DE 199 42 890 A 1

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:  
Peterhänsel, Stefan, 38440 Wolfsburg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

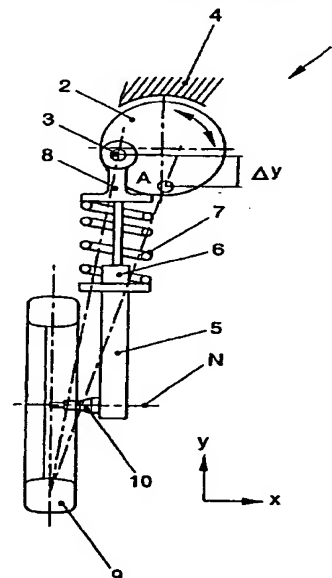
DE 43 35 093 A1  
DE 43 23 024 A1  
DE 40 20 547 A1  
DE 26 45 060 A1  
US 50 94 472  
US 49 73 076  
US 45 80 807

JP Patent Abstracts of Japan:  
03- 61109 A., M-1119, May 31, 1991, Vol. 15, No. 215;  
63-112205 A., M- 745, Sep. 26, 1988, Vol. 12, No. 356;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verstellvorrichtung für den Sturzwinkel eines Fahrzeugrades und Radaufhängung

57 Die Verstellvorrichtung (1) wird zwischen einem Fahrzeugkarosserieabschnitt (4) und einem Federbein (5) angeordnet. Sie ist zur Veränderung der wirksamen Länge des Federbeins (5) und des Spreizwinkels während des Fahrbetriebes bewegbar, wobei die Bewegung eine Richtungskomponente in Fahrzeugvertikalrichtung oder eine Richtungskomponente quer zu einer Fahrzeuglängsachse und eine Richtungskomponente in Fahrzeugvertikalrichtung umfaßt. Weiterhin wird eine entsprechende Radaufhängung vorgeschlagen. Die Anordnung der Verstellvorrichtung im oberen Federbeinlager ermöglicht eine zielgerichtete Verstellung des Spreizwinkels A und damit des Sturzes  $\ddot{U}$  des betreffenden Rades (9) bei gleichzeitigem Wank- und/oder Nickausgleich.



DE 199 42 890 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Verstellvorrichtung für den Sturzwinkel eines Fahrzeugrades in einer ein Federbein aufweisenden Radaufhängung, wobei der Sturzwinkel von dem Spreizwinkel des Federbeins abhängig ist. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Radaufhängung mit einer solchen Verstellvorrichtung.

Die Räder eines Kraftfahrzeuges sind mit der Fahrzeugkarosserie über eine Radaufhängung verbunden, welche die Räder führt. Das Fahrverhalten hängt unter anderem von der Einstellung der Radaufhängung ab. Dabei ist der Sturzwinkel  $\gamma$  von Bedeutung.

Unter dem Sturzwinkel  $\gamma$  wird die Neigung der Rotationsebene eines Rades zur Vertikalen verstanden, wobei eine Neigung zum Fahrzeug hin als negativer Winkel und vom Fahrzeug weg als positiver Winkel angesehen wird, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Prinzipiell wird während des Geradeausfahrens ein Sturzwinkel um  $0^\circ$  angestrebt, da dann die Fahrzeugräder gerade auf dem Untergrund aufstehen und die Verformungsarbeit an den Reifen gering bleibt. In der Praxis wird in der Regel mit kleinen negativen Sturzwinkeln gefahren. Im folgenden wird aus Gründen der Anschaulichkeit die Erfindung ausgehend von einer Normalstellung bei Geradeausfahrt mit einem Sturzwinkel von  $0^\circ$  beschrieben, wobei Winkelabweichungen als auf diese Normalstellung bezogen zu verstehen sind, die wie bereits erwähnt, in der Praxis von einem  $0^\circ$ -Winkel sowohl in positiver wie auch in negativer Richtung abweichen kann.

Fig. 2 zeigt als weitere, das Fahrverhalten beeinflussende Größe den Spreizwinkel  $\sigma$ , d. h. die Neigung eines Federbeins der Radaufhängung zur Vertikalen.

Beim Durchfahren einer Kurve kommt es in Abhängigkeit der Kinematik der Radaufhängung zu einer verstärkten Neigung der Räder, wie dies anhand der durchgezogenen Linien in den Fig. 3a-c zu erkennen ist, die jeweils ein linkes Vorderrad eines Fahrzeuges mit einer Mc-Pherson-Radaufhängung zeigen. Dabei entspricht Fig. 3c dem Zustand an einem kurvenaußenseitigen Rad beim Durchfahren einer Rechtskurve. Hierbei kommt es aufgrund der Fliehkraftwirkung zu einem Drehmoment um die in Fahrzeuglängsrichtung verlaufende Rollachse, was zu einer Einfederung der Federbeine des kurvenaußenseitigen Rades und einem nach außen gerichteten Kippen führt. Diese Kippbewegung wird auch als Wanken bezeichnet, während eine Drehung um eine Fahrzeugquerachse als Nicken bezeichnet wird.

Mit der Einfederung ist neben der Neigung der Karosserie eine Veränderung der Radneigung zur Kurve hin verbunden, d. h. am Außenrad tritt ein negativer, betragsmäßig größerer Sturzwinkel  $\gamma$  auf, so daß der Rad-Bodenkontakt nicht mehr optimal ist. Gleichzeitig nimmt der Spreizwinkel  $\sigma$  gegenüber der in Fig. 3a gezeigte Normalstellung zu, d. h. die Neigung des Federbeines wird größer.

Der Zustand am kurveninnenseitigen Rad ist in Fig. 3b anhand des Durchfahrens einer Linkskurve dargestellt. Das Drehmoment um die Rollachse führt hier zu einem Ausfedern des Federbeines und einer steileren Aufstellung des Federbeines, die gleichbedeutend mit einer Verringerung des Spreizwinkels  $\sigma$  ist. Infolge der Kinematik der Aufhängung der Radachse kommt es dann zu einer Bewegung des Rades in Richtung eines positiven Sturzwinkels  $\gamma$ , was an dem kurveninnenseitigen Rad eine Neigung in die Kurve hinein bedeutet.

Fig. 4a zeigt die Auswirkung der Ein- und Ausfederung der Räder einer Achse auf die Fahrzeugkarosserie mit einer relativ starken Wankbewegung. Zudem ist die Sturzwinkelleinstellung nicht optimal.

Es sind daher bereits verschiedentlich Maßnahmen zur

Veränderung der Radneigung beim Kurvenfahren vorgeschlagen worden, die jedoch zu einer Veränderung der Eigenfrequenz des Fahrzeugaufbaus sowie des Dämpfungsmaßes führen.

Aus der EP-B1-0 352 178 ist eine Einstellvorrichtung zur Veränderung des Sturzes während des Fahrens bekannt, bei der ein Radnabensträger über eine im wesentlichen horizontal angeordnete Exzentrerscheibe an einem Dreieckslenker gelagert ist. Die Exzentrerscheibe ist über ein Gestänge mit der Lenkung des Fahrzeuges verbunden, so daß deren Stellung vom Lenkwinkel abhängt. Durch eine Verdrehung der Exzentrerscheibe erfolgt eine Veränderung der Neigung des Radnabensträgers und damit des Sturzwinkels in Richtung einer Aufrichtung der Rotationsebene der Rades. Mit der Verdrehung in der Horizontalen erfolgt nicht nur eine Veränderung des Sturzes, sondern auch eine Veränderung des Nachlaufes des Rades. Weiterhin ist aus der EP-B1-0 352 178 bekannt, das Einfedern der Federbeine mit den Exzentrern durch ein Gestänge zu koppeln. Ein aktiver Wank- oder Nickausgleich ist hiermit jedoch nicht möglich.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine insbesondere in Bezug auf das Fahrverhalten in der Kurve verbesserte Verstellvorrichtung für den Sturzwinkel eines Fahrzeugrades zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch eine Verstellvorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, wobei die Verstellvorrichtung zur Anordnung zwischen einem Fahrzeugkarosserieabschnitt und dem Federbein und zur bewegbaren Lagerung des karosserieseitigen Anlenkpunktes des Federbeins an dem Fahrzeugkarosserieabschnitt ausgebildet ist, wobei die Verstellvorrichtung zur Veränderung der wirksamen Länge des Federbeins und des Spreizwinkels während des Fahrbetriebes bewegbar ist, und wobei die Bewegung eine Richtungskomponente in Fahrzeugvertikalrichtung oder eine Richtungskomponente quer zur einer Fahrzeuglängsachse und eine Richtungskomponente in Fahrzeugvertikalrichtung umfaßt.

Diese Anordnung im oberen Federbeinlager ermöglicht eine zielgerichtete Verstellung des Spreizwinkels und damit des Sturzes des betreffenden Rades bei gleichzeitigem Wank- und/oder Nickausgleich. Durch die Veränderung der wirksamen Länge des Federbeins, d. h. des Abstandes des Karosserieabstützpunktes von der Radnabenachse kann die Karosserie besser in der Horizontalen gehalten werden, indem das Wanken und Nicken unter bestimmten Fahrzuständen, z. B. beim Kurvenfahren verringert wird.

Dies kann durch eine Vertikalbewegung des durch die Verstellvorrichtung bewegbaren Anlenkpunktes allein erfolgen, da hierdurch bereits eine Veränderung nicht nur der wirksamen Länge der Federbeine im Sinne einer Kompensation der Ein- bzw. Ausfederung, sondern auch eine Korrektur der Spreizung in Bezug auf die Normalstellung erfolgt.

Ein größerer Einstellspielraum, beispielsweise durch eine stärkere Korrektur bzw. Vergrößerung des Spreizwinkels im Vergleich zur Normalstellung läßt sich durch die zusätzliche Richtungskomponente der Bewegung quer zur Fahrzeuglängsachse verwirklichen.

In beiden Fällen unterbleibt eine Veränderung des Nachlaufes. Das Frequenzverhalten sowie das Dämpfungsmaß werden durch das Anheben und Absenken der Karosserie nicht beeinflusst und bleiben bei der Verstellung konstant.

Vorzugsweise sind die beiden Richtungskomponenten zwanghaft miteinander gekoppelt. Hierdurch kann durch eine einzige Verstellung eine Korrektur sowohl des Radsturzes als auch der Horizontalstellung des Fahrzeugaufbaus erfolgen. Diese Lösung ist besonders einfach und damit kostengünstig herstellbar.

In einer vorteilhaften Ausführung ist der Anlenkpunkt entlang einer Bewegungsbahn geführt, die in einer besonders einfachen Ausführungsform als Achse ausgebildet sein kann. Die Bewegungsbahn oder -achse ist so angeordnet, daß bei einem Ausfedern des Federbeines eine Bewegung des Anlenkpunktes in Richtung einer Absenkung in der Vertikalen unter Verkürzung der wirksamen Länge des Federbeins und unter einer Erhöhung des Spreizwinkels erfolgt.

Vorzugsweise ist zur Verbesserung des Fahrverhaltens auch am kurvenaußenseitigen Rad der Anlenkpunkt entlang einer Bewegungsbahn geführt, die derart angeordnet ist, daß bei einem Einfedern des Federbeines eine Bewegung des Anlenkpunktes in Richtung einer Anhebung in der Vertikalen unter Erhöhung der wirksamen Länge des Federbeins und der Erhöhung des Spreizwinkels erfolgt. Diese Maßnahme wird vorzugsweise mit der vorgenannten verbunden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung ist bei einem Ausfedern des Federbeines eine Bewegung in Richtung einer Absenkung in der Vertikalen mit einer Bewegung quer zur Fahrzeuglängsachse zum Fahrzeug hin gekoppelt. Damit erfolgt eine Verkürzung der wirksamen Länge des Federbeins und eine Erhöhung des Spreizwinkels. Somit kann das Verhalten an dem kurveninnenseitigen Rad verbessert werden.

Nach einer weiteren Ausgestaltung ist bei einem Einfedern des Federbeines eine Bewegung in Richtung einer Anhebung in der Vertikalen mit einer Bewegung quer zur Fahrzeuglängsachse zum Fahrzeug hin gekoppelt, zur Erhöhung der wirksamen Länge des Federbeins und der Erhöhung des Spreizwinkels. Damit kann das Verhalten an dem kurvenaußenseitigen Rad verbessert werden.

Vorzugsweise weist die Verstellvorrichtung ein integrales Einstellelement zur Bewegungskopplung auf, das als Einheit am Ort des oberen Anlenkpunktes des Federbeines anzuordnen ist. Modifikationen im radnahen Bereich sind hierzu nicht erforderlich.

Nach einer weiteren Ausführungsform ist das integrale Einstellelement störungsunanfällig mechanisch ausgebildet.

Vorzugsweise ist das integrale Einstellelement als ein drehbares, an dem Fahrzeugkarosserieabschnitt anbringbares Exzenterelement ausgebildet, an dem der Anlenkpunkt des Federbeines exzentrisch zu dessen Drehachse vorgesehen ist. Jedoch sind hier auch andere mechanische Konstruktionen beispielsweise in Form einer Kulissenführung möglich.

In einer alternativen Ausführungsform ist das integrale Einstellelement hydraulisch und/oder pneumatisch und/oder elektrisch ausgebildet.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die Verstellvorrichtung ein Betätigungsorgan auf, das mit dem integralen Einstellelement zur Verstellung desselben gekoppelt ist, wobei das Betätigungsorgan in Abhängigkeit von der Fahrzeuglenkung und/oder Fahrtzustandsparametern eine Verstellung bewirkt. Hierdurch läßt sich eine weitere Verfeinerung der Abstimmung der Sturzeinstellung und des Wank- bzw. Nickverhaltens erzielen, indem beispielsweise die Fahrzeuggeschwindigkeit mit berücksichtigt wird, um so eine intelligente Radaufhängung zu ermöglichen.

In einer einfachen Ausführungsvariante ist das Betätigungsorgan mechanisch mit einem den Lenkwinkel des Fahrzeuges repräsentierenden Element der Fahrzeuglenkung gekoppelt.

Zur Optimierung der Anpassung an unterschiedliche Fahrzustände, die nicht auf das Kurvenfahren beschränkt sind, weist die Verstellvorrichtung vorzugsweise eine Vorrichtung zur Erfassung von Fahrtzustandsparametern einschließlich eines Lenkwinkels sowie eine diese Parameter verarbeitende Vorrichtung zur Bestimmung eines Sturzwinkels in Abhängigkeit der erfaßten Parameter auf, die dem

Betätigungsorgan eine dem bestimmten Sturzwinkels entsprechende Information zuführt. Diese Information, die beispielsweise ein elektrisches, hydraulisches oder pneumatisches Signal sein kann, wird mit dem Betätigungsorgan auf das integrale Einstellelement übertragen, das während des Fahrens eine Anpassung des oberen Anlenkpunktes des Federbeines in der gewünschten Weise vornimmt.

Prinzipiell ist auch eine Entkopplung der Bewegungskomponenten des oberen Anlenkpunktes möglich, wodurch sich eine aufwendigere Konstruktion ergibt, die jedoch die weitestgehenden Möglichkeiten zur Anpassung der Radaufhängung an einzelne Fahrzustände beinhaltet.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird der Lenkwinkel als Führungsparameter zur Bestimmung des Sturzwinkels verwendet, der durch weitere Fahrzustandsparameter modifiziert wird. So kann beispielsweise eine geschwindigkeitsabhängige Korrektur der Spreizung, des Sturzwinkels und der Horizontalausrichtung verwirklicht werden.

Vorzugsweise ist das Betätigungsorgan als hydraulisches und/oder pneumatisches Stellorgan ausgebildet. Gleichfalls ist ein elektrisches Stellorgan möglich.

Die oben genannte Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Radaufhängung mit einem Fahrzeugkarosserieabschnitt und einem an diesem gelagerten Federbein, sowie einer im Anlenkpunkt des Federbeines an dem Fahrzeugkarosserieabschnitt angeordneten Verstelleinrichtung, die in der oben beschriebenen Art und Weise ausgebildet ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt die Zeichnung in

Fig. 1 eine Radaufhängung mit einer Verstellvorrichtung nach dem Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine Definition eines an der Radaufhängung auftretenden Sturzwinkels  $\gamma$  und eines Spreizwinkels  $\sigma$ ;

Fig. 3a die Auswirkungen der Verstellvorrichtung auf den Sturzwinkel und die Höhenlage des fahrzeugseitigen Anlenkpunktes eines Federbeines bei einem linken, vorderen Fahrzeugrad in der Normalstellung beim Geradeausfahren;

Fig. 3b die Anordnung von Fig. 3a beim Durchfahren einer Linkskurve, d. h. am kurveninnenseitigen Rad;

Fig. 3c die Anordnung von Fig. 3a beim Durchfahren einer Rechtskurve, d. h. am kurvenaußenseitigen Rad;

Fig. 4a die Lage einer Fahrzeugkarosserie mit einer herkömmlichen Radaufhängung beim Kurvenfahren; und

Fig. 4b die Lage einer Fahrzeugkarosserie mit einer Radaufhängung nach dem Ausführungsbeispiel beim Kurvenfahren zur Veranschaulichung der Horizontierung der Fahrzeugkarosserie.

Das Ausführungsbeispiel in Fig. 1 zeigt eine McPherson-Radaufhängung an einem Fahrzeugkarosserieabschnitt 4 mit einem an diesem gelagerten Federbein 5, das als Parallelschaltung einer Feder 6 und eines Dämpfers 7 ausgebildet ist. Das obere Ende des Federbeines 5 wird herkömmlicherweise in einem Anlenkpunkt A mit dem Karosserieabschnitt 4 gelenkig gekoppelt. Nach der Erfindung ist an dieser Stelle eine Verstelleinrichtung 1 vorgesehen, die eine Verlagerung des Anlenkpunktes A zum Beeinflussen des Spreizwinkels  $\sigma$  und zur Verbesserung der Horizontierung des Fahrzeugaufbaus ermöglicht. Die Bewegung in dem Ausführungsbeispiel umfaßt eine Richtungskomponente in Fahrzeugvertikalrichtung y und eine Richtungskomponente x quer zur einer Fahrzeuglängsachse.

An dem Federbein 5 ist im radnahen Bereich ein Radträger mit einer Radnabe 10 vorgesehen, um deren Achse N ein Rad 9 drehbar gelagert ist. Die Kinematik ist dabei solchermaßen ausgelegt, daß eine Spreizwinkelveränderung eine Veränderung des Sturzwinkels bewirkt. Eine Vergrößerung des Spreizwinkels  $\sigma$  ist dabei stets mit einer Veränderung

der Radstellung in Richtung eines negativen Sturzes  $\gamma$  verbunden.

Die Veränderung des Spreizwinkels  $\sigma$  erfolgt durch ein an dem Fahrzeugkarosserieabschnitt 4 gelagertes, integrales Einstellelement, das hier als mechanische Komponente und insbesondere als Exzenter Scheibe 2 ausgebildet ist. Diese Exzenter Scheibe 2 ist über einen Gelenkbolzen 3 mit einem Auge 8 am oberen Ende des Federbeines 5 bzw. des Dämpfers 7 gekoppelt. Das Lager des Bolzens 3 stellt dabei stets den wirksamen Anlenkpunkt A des Federbeines 5 an dem Fahrzeugaufbau dar.

Wie der Fig. 1 weiterhin zu entnehmen ist, verläuft die Drehachse des Exzenter Elementes im eingebauten Zustand in einer Radaufhängung im wesentlichen horizontal, so daß das als Scheibe ausgebildete Element 2 hier im wesentlichen aufrecht angeordnet ist. Zudem ist die Drehachse parallel zur Fahrzeuglängsachse angeordnet. Ein Verdrehen des Exzenter Elementes führt zu einer Verlagerung des Anlenkpunktes A in der Vertikalen y sowie in einer Richtung x quer zum Fahrzeug, ohne daß hierbei eine merkliche Verschiebung in Richtung einer Parallelen der Fahrzeuglängsachse erfolgt.

Aus der Fig. 1 ergibt sich weiterhin, daß bei einer Verschiebung des Ortes des Bolzens 3 in x-Richtung gleichzeitig eine Verschiebung in der Vertikalen y auftritt, da beide Bewegungen zwanghaft miteinander gekoppelt sind. Aus der Verschiebung resultiert eine Veränderung der Spreizung  $\sigma$  des Federbeines 5 und somit eine Verstellung des Sturzwinkels  $\gamma$  am Rad 9. Mit der Verstellung in y-Richtung erfolgt je nach Bewegung des Anlenkpunktes A eine radseitige Anhebung oder Absenkung des Fahrzeugaufbaus.

Für den Fachmann ist ersichtlich, daß allein bereits eine Verstellung des Anlenkpunktes A in der Vertikalen y mit einer Veränderung auch des Spreiz- und somit des Sturzwinkels verbunden ist. Durch eine Bewegungskomponente auch quer zum Fahrzeug lassen sich jedoch größere Winkelkorrekturen erzielen.

Die Erfindung ist nicht auf die Verwendung der dargestellten Exzenter Scheibe oder eines mechanischen Einstellelementes beschränkt. Vielmehr kann dieses auch pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch ausgebildet werden, wobei jedoch stets eine Verstellung des Sturzwinkels  $\gamma$  und eine Verstellung der Höhe des Anlenkpunktes A in der Vertikalen erfolgt. Dabei bleibt das Einstellelement stets auch unmittelbar zwischen das obere Ende des Federbeines 5 und den zugehörigen Fahrzeugkarosserieabschnitt 4 eingegliedert.

Die Wirkungsweise des Ausführungsbeispiels soll nun anhand der Fig. 3a bis 3c beschrieben werden, wobei Fig. 3a eine Normalstellung der Radaufhängung bei Geradeausfahrt im uneingefederten Zustand zeigt, während Fig. 3b das Fahren in einer Linkskurve und Fig. 3c das Fahren in einer Rechtskurve zeigt. Hierbei ist stets nur die Radaufhängung eines linken Vorderrades 9 dargestellt, das auf einer Fahrbahnebene F abrollt.

Zur Vereinfachung der Erläuterung wird in Fig. 3a von einem Sturzwinkel  $\gamma_0$  von  $0^\circ$  ausgegangen. Die Kinematik der Radaufhängung bedingt dann einen Spreizwinkel  $\sigma_0$ . Der obere Anlenkpunkt befindet sich in seiner Ausgangslage  $A_0$  in etwa in 9-Uhr-Stellung. Die Feder-Dämpferanordnung 6/7 nimmt eine Mittelstellung ein, so daß sich eine wirksame Ausgangsfederbeinlänge  $l_0$  als Abstand zwischen dem Anlenkpunkt  $A_0$  und der Radnabenachse N einstellt. Weiterhin ist der Momentanpol MP eingezeichnet, um den das Rad 9 beim Einfedern auf der angedeuteten Bogenlinie dreht.

Beim Fahren in eine Linkskurve federt das kurveninnerseitige Rad 9 aus, wie in Fig. 3b dargestellt, d. h. die wirksame Länge des Federbeines wird gegenüber der Ausgangslänge  $l_0$  vergrößert, so daß die Bodenhöhe des Anlenkpunk-

tes  $A_1$  größer wird. Dies führt zu einem Neigen bzw. Wanken des Fahrzeuges nach außen um die Rollachse in Fahrzeuglängsrichtung in der Fahrzeugmittelebene M. Gleichzeitig neigt sich das Rad 9 in die Kurve, wobei sich ein steilerer und somit geringerer Spreizwinkel  $\sigma_1$  einstellt. Der Radsturzwinkel  $\gamma$  verändert sich in Richtung eines positiven Winkels.

Zur Verminderung der Kurvenneigung des kurveninnerseitigen Rades 9 wird der Anlenkpunkt  $A_1$  mit der Verstellvorrichtung 1 nach  $A_1^*$  verlagert, d. h. aus der 9-Uhr-Stellung in Richtung einer 6-Uhr-Stellung bzw. zum Fahrzeug hin und nach unten bewegt. Das Federbein 5 nimmt dann die gestrichelt dargestellte Lage ein, in der der Spreizwinkel  $\sigma_1^*$  größer ist als  $\sigma_1$ , somit das Rad 9 stärker aufgerichtet ist. Gleichzeitig erfolgt eine Verkürzung der wirksamen Länge des Federbeines 5, wodurch ein Horizontierungseffekt bewirkt und damit ein Wanken oder Nicken kompensiert wird.

Beim Durchfahren einer Rechtskurve federt die in Fig. 3c dargestellte Radaufhängung des dann kurvenaußenseitigen Rades 9 ein. Das Einfedern des zugehörigen Federbeines 5 führt zu einer schrägeren Stellung desselben, so daß sich gegenüber der Normalstellung ein größerer Spreizwinkel  $\sigma_2$  und aufgrund der Aufhängungskinetik ein negativer Sturzwinkel  $\gamma_2$  mit einer Neigung des außenseitigen Rades 9 in die Kurve einstellt. Die damit weiterhin verbundene Absenkung des Anlenkpunktes  $A_2$  führt zu einer Neigung des Fahrzeugaufbaus wie in Fig. 4a gezeigt. Zur Kompensation der Neigung wird in diesem Fall die zugehörige Verstellvorrichtung 1 in Richtung einer Anhebung in der Vertikalen y und einer Einwärtsbewegung x betätigt, so daß die mit den gestrichelten Linien angedeutete, verbesserte Stellung mit dem Anlenkpunkt  $A_2^*$  erreicht wird, in der eine Optimierung der Stellung des Rades 9 in der Kurve sowie wieder eine Horizontierung des Fahrzeugaufbaus erfolgt. Letzteres ist besonders gut aus Fig. 4b zu erkennen, die wie Fig. 4a ein Fahrzeug in einer Rechtskurve zeigt, jedoch im Gegensatz zu Fig. 4a mit in den Radaufhängungen vorgesehenen Verstellvorrichtungen 1. Die Korrekturbewegung der des Anlenkpunktes für das kurvenaußenseitige Rad 9 entspricht einer Verdrehung der Exzenter Scheibe aus der 9-Uhr-Stellung in Richtung einer 12-Uhr-Stellung.

Zwar könnten die Korrektoreffekte der Fig. 3b und 3c durch eine entsprechende Ausbildung des Einstellelementes allein vorgesehen werden. Es empfiehlt sich zur Optimierung der Horizontierung jedoch die gemeinsame Verwendung beider Korrektoreffekte.

Die Verstellung des integralen Einstellelementes kann in beliebiger Weise durch ein mechanisches, elektrisches, pneumatisches oder hydraulisches Betätigungsorgan erfolgen. Ein Beispiel hierfür wäre ein mit einem Element der Lenkung gekoppeltes Gestänge, das ein lenkwinkelabhängiges Stellsignal vorgibt. Zum Zweck einer Fahrwerksoptimierung können neben dem Lenkwinkel als Führungsgröße auch weitere Fahrzustandsparameter wie beispielsweise eine Fahrzeuggeschwindigkeit miteingehen, wozu dann entsprechende Erfassungsvorrichtungen wie z. B. Sensoren vorgesehen werden. Die von diesen ermittelten Signale ermöglichen dann eine fahrzustandsabhängige Vorgabe des Sturzwinkels und damit eine optimal angepaßte Abstimmung der Radaufhängung. Zudem können sämtliche Radaufhängungen eines Fahrzeuges untereinander abgestimmt werden, um einen optimalen Nick- und Wankausgleich vorzunehmen.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Verstelleinrichtung
- 2 Exzenter element

3 Gelenkbolzen  
 4 Fahrzeugkarosserieabschnitt  
 5 Federbein  
 6 Dämpfer  
 7 Feder  
 8 Auge  
 9 Rad  
 10 Radnabe  
 $\gamma$  Sturzwinkel  
 $\sigma$  Spreizwinkel  
 A Anlenkpunkt  
 N Nabenachse  
 M Mittelebene  
 MP Momentanpol

# Patentansprüche

1. Verstellvorrichtung für den Sturzwinkel eines Fahrzeugrades in einer ein Federbein (5) aufweisenden Radaufhängung, wobei der Sturzwinkel ( $\gamma$ ) von dem Spreizwinkel ( $\sigma$ ) des Federbeins abhängig ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verstellvorrichtung (1) zur Anordnung zwischen einem Fahrzeugkarosserieabschnitt (4) und dem Federbein (5) und zur bewegbaren Lagerung des karosserieseitigen Anlenkpunktes (A) des Federbeins (5) an dem Fahrzeugkarosserieabschnitt (4) ausgebildet ist, wobei die Verstellvorrichtung (1) zur Veränderung der wirksamen Länge (l) des Federbeins (5) und des Spreizwinkels ( $\sigma$ ) während des Fahrbetriebes bewegbar ist, wobei die Bewegung eine Richtungskomponente (y) in Fahrzeugvertikalrichtung oder eine Richtungskomponente (x) quer zur einer Fahrzeughängsachse und eine Richtungskomponente (y) in Fahrzeugvertikalrichtung umfaßt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anlenkpunkt (A) entlang einer Bewegungsbahn geführt ist, die derart angeordnet ist, daß bei einem Ausfedern des Federbeins (5) eine Bewegung des Anlenkpunktes in Richtung einer Absenkung in der Vertikalen unter Verkürzung der wirksamen Länge des Federbeins (5) und der Erhöhung des Spreizwinkels ( $\sigma$ ) erfolgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anlenkpunkt (A) entlang einer Bewegungsbahn geführt ist, die derart angeordnet ist, daß bei einem Einfedern des Federbeins (5) eine Bewegung des Anlenkpunktes in Richtung einer Anhebung in der Vertikalen unter Erhöhung der wirksamen Länge des Federbeins (5) und der Erhöhung des Spreizwinkels ( $\sigma$ ) erfolgt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Richtungskomponenten (x, y) zwanghaft miteinander gekoppelt sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Radaufhängungskinematik derart ausgebildet ist, daß bei einem Ausfedern des Federbeins (5) eine Bewegung in Richtung einer Absenkung in der Vertikalen mit einer Bewegung quer zur Fahrzeughängsachse zum Fahrzeug hin gekoppelt ist, zur Verkürzung der wirksamen Länge ( $l_0$ ) des Federbeins (5) und einer Erhöhung des Spreizwinkels ( $\sigma$ ).
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Radaufhängungskinematik derart ausgebildet ist, daß bei einem Einfedern des Federbeins (5) eine Bewegung in Richtung einer Anhebung in der Vertikalen mit einer Bewegung quer zur Fahrzeughängsachse zum Fahrzeug hin gekoppelt ist, zur Erhöhung der wirksamen Länge ( $l_0$ ) des Feder-

- beins (5) und einer Erhöhung des Spreizwinkels ( $\sigma$ ).
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellvorrichtung ein integrales Einstellelement zur Bewegungskopplung aufweist.
  8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das integrale Einstellelement mechanisch ausgebildet ist.
  9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das integrale Einstellelement als ein drehbares, an dem Fahrzeugkarosserieabschnitt anbringbares Exzenterelement (2) ausgebildet, an dem der Anlenkpunkt (A) des Federbeins exzentrisch zur Exzenterelement-Drehachse vorgesehen ist.
  10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das integrale Einstellelement hydraulisch und/oder pneumatisch ausgebildet ist.
  11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellvorrichtung ein Betätigungsorgan aufweist, das mit dem integralen Einstellelement zur Verstellung desselben gekoppelt ist, wobei das Betätigungsorgan in Abhängigkeit von der Fahrzeuglenkung und/oder Fahrtzustandsparametern eine Verstellung bewirkt.
  12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungsorgan mechanisch mit einem den Lenkwinkel des Fahrzeuges repräsentierenden Element der Fahrzeuglenkung gekoppelt ist.
  13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellvorrichtung eine Vorrichtung zur Erfassung von Fahrtzustandsparametern einschließlich eines Lenkwinkels sowie eine diese Parameter verarbeitende Vorrichtung zur Bestimmung eines Sturzwinkels in Abhängigkeit der erfaßten Parameter aufweist, die dem Betätigungsorgan eine dem bestimmten Sturzwinkels entsprechende Information zuführt.
  14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungsorgan als hydraulisches und/oder pneumatisches Stellorgan ausgebildet ist.
  15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungsorgan als elektrisches Stellorgan ausgebildet ist.
  16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Lenkwinkel der Führungsparameter zur Bestimmung des Sturzwinkels ist, der durch die Fahrtzustandsparameter modifiziert wird.
  17. Radaufhängung für ein Fahrzeug, umfassend einen Fahrzeugkarosserieabschnitt (4) und ein an diesem gelagertes Federbein (5), sowie eine im Anlenkpunkt des Federbeins an dem Fahrzeugkarosserieabschnitt angeordnete Verstelleinrichtung (1) für den Sturzwinkel eines Fahrzeugrades nach einem der Ansprüche 1 bis 16.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

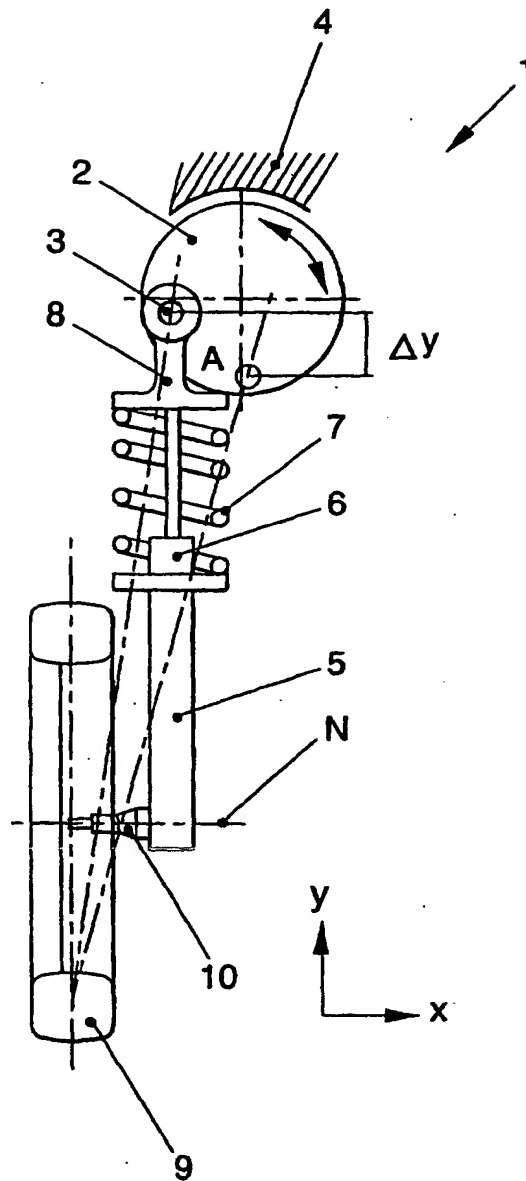


FIG. 1

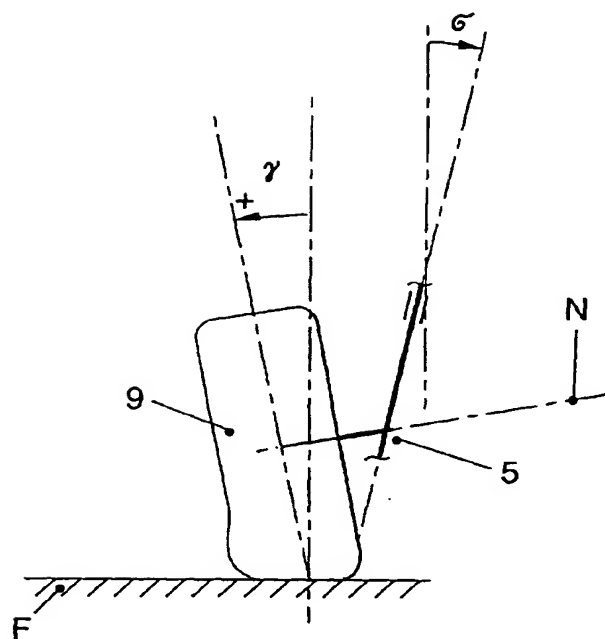


FIG. 2

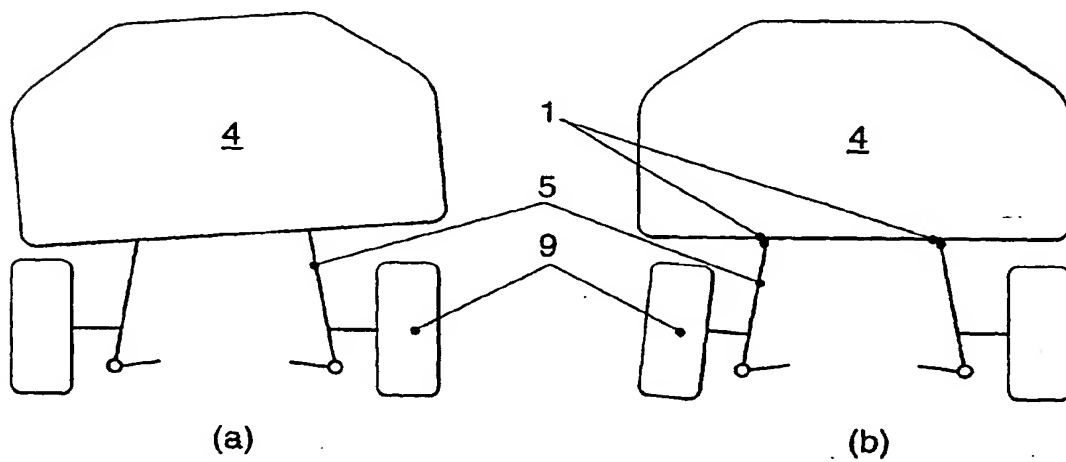


FIG. 4

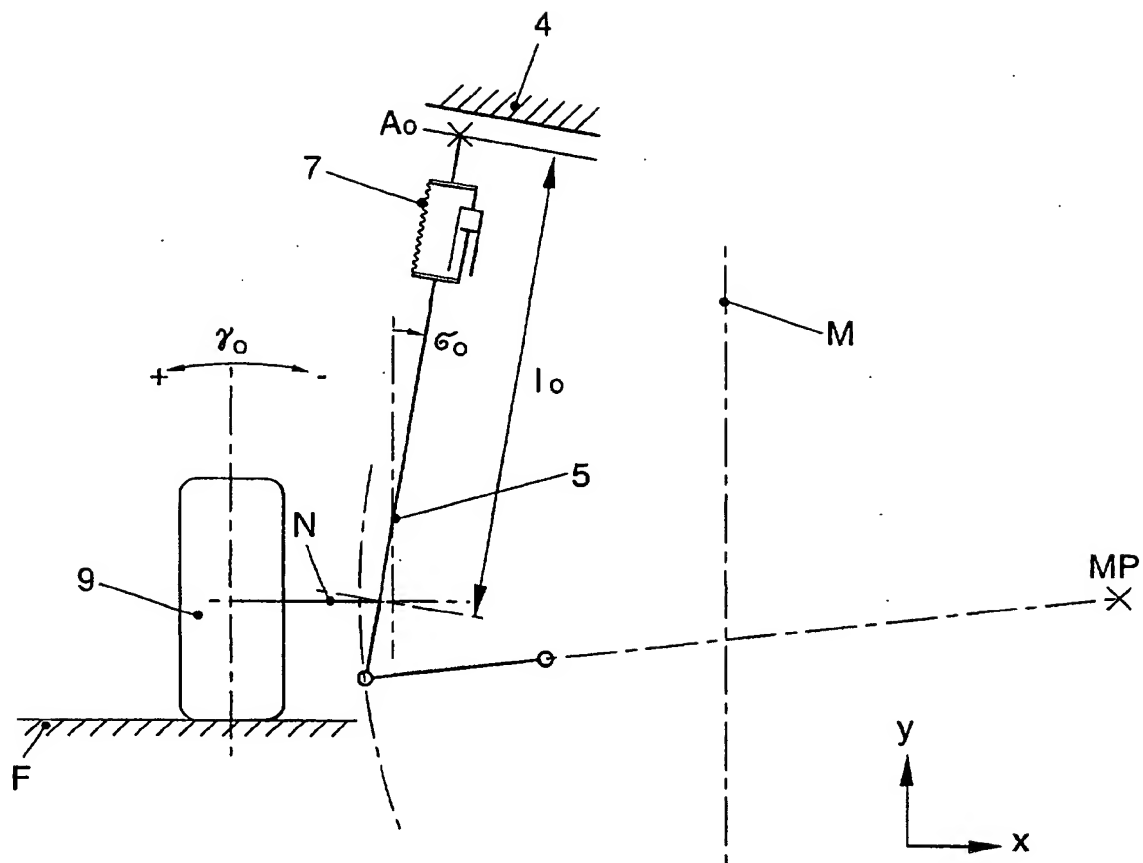


FIG. 3a

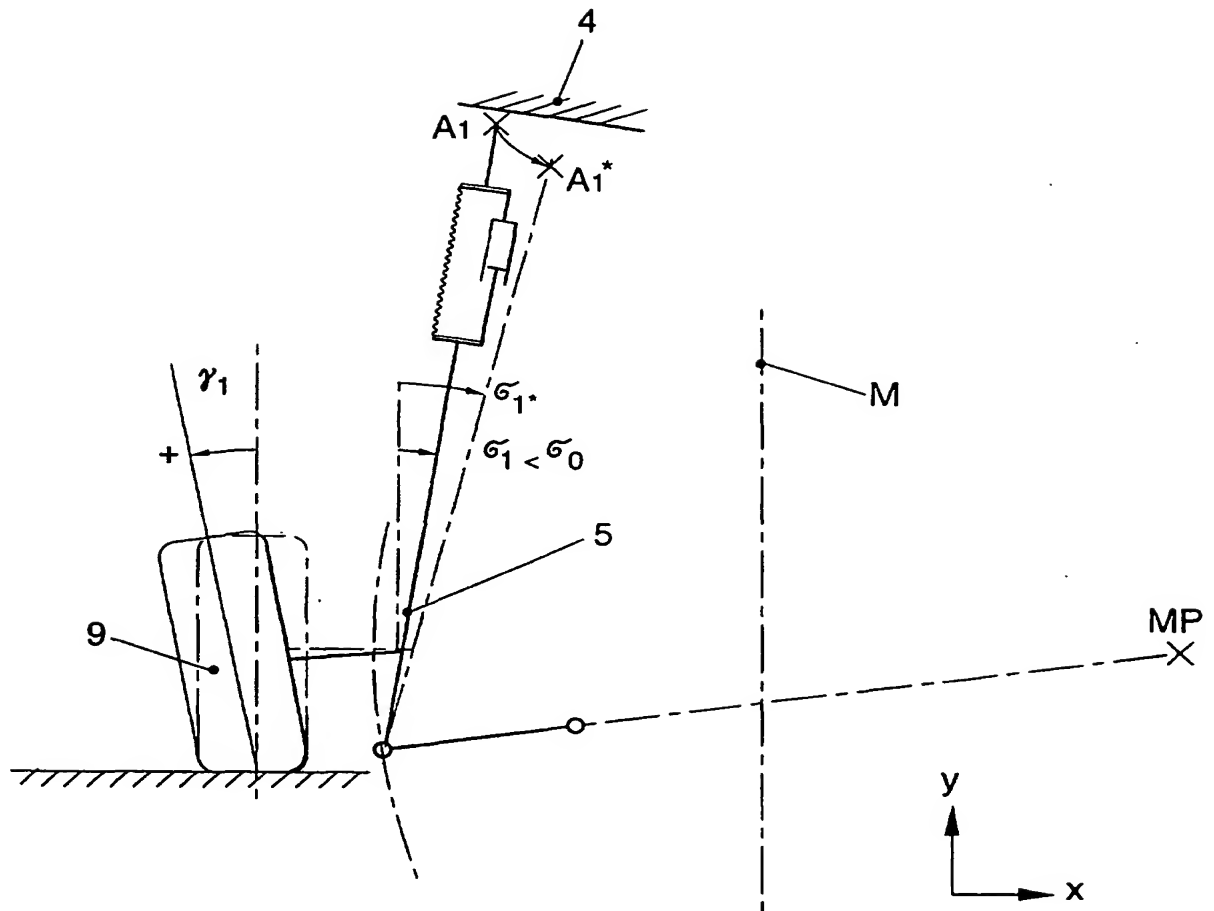


FIG. 3b

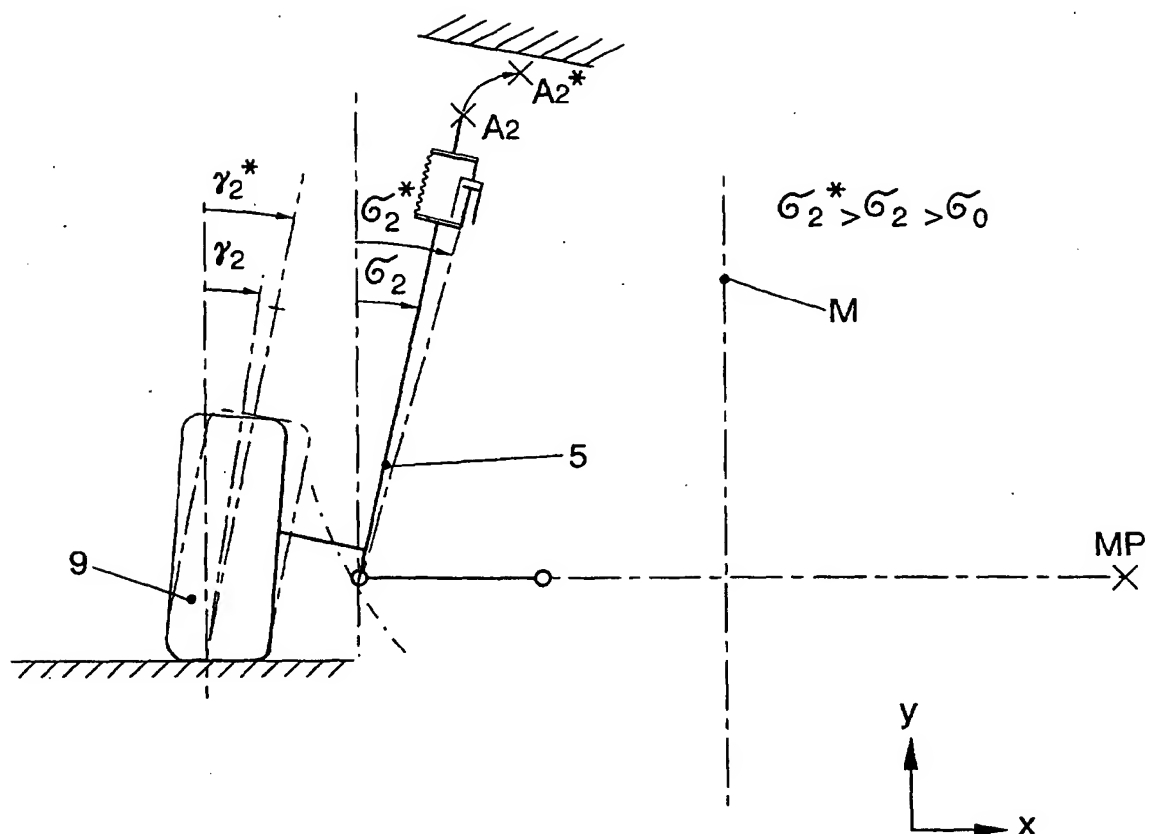


FIG. 3c